世界主要发达国家能源政策研究与启示

边文越　陈 挺　陈晓怡　葛春雷　惠仲阳　杨 辉*
中国科学院科技战略咨询研究院 北京 100190

摘要　文章广泛调研了近10年美国、欧盟、英国、法国、德国、日本等国家和地区在能源领域出台的各种官方文件，通过内容分析等研究方法，从战略规划、经费投入、科研布局、组织机制等角度对上述国家和地区的能源政策进行分析。发现各个国家和地区能源政策呈现出一些共同特征，包括：自身资源禀赋是制定能源政策的基础，能源多元化和清洁高效利用是各国能源政策共同目标，科技创新是实现目标的重要抓手。最后，就我国抓住能源变革机遇、打造能源新体系，提出了一些建议。

关键词　能源政策，化石能源，可再生能源，核能，氢能

DOI　10.16418/j.issn.1000-3045.2019.04.014

我国“富煤、贫油、少气”的资源禀赋决定了煤炭将长期是主体能源，石油、天然气将长期依赖进口。然而，随着人民群众对清新空气、清洁环境等生态产品需求的日趋强烈，煤炭发展的生态环境约束日益强化。同时，我国石油对外依存度接近70%，天然气对外依存度接近40%，供给安全形势不容忽视[1]。因此，我国必须走煤炭清洁高效利用的发展道路，同时加快发展可再生能源、核能、氢能等清洁能源，有效减少煤炭用量，最大程度由清洁能源满足能源需求增量，打造国家能源新体系。美国、欧盟、日本等发达国家和地区在低碳转型、打造清洁能源体系方面面积累了很多经验，值得我国借鉴和参考。因此，本文旨在通过调研主要发达国家和地区的能源政策，特别是能源科技政策，为我国打造能源新体系提供建议。

1 主要发达国家和地区的能源政策

1.1 美国

美国化石能源储量丰富，排名世界前列，但由于限制性开采以及国内能源需求庞大，导致石油长期依赖进口。为减少对外依赖，保障国家安全，美国从20世纪70年代起提出能源独立，并为历届政府所坚持。总体来说，共和党政府倾向于开发国内化石能源，民

* 通讯作者
资助项目：中国科学院科技战略咨询研究院院长青年基金（Y8X1111Q01）
修改稿收到日期：2019年3月26日

主党政府倾向于开发新能源。以近两届政府为例，奥巴马政府推行《全面能源战略》[2]，将发展清洁能源放在经济刺激方案中的重要位置。特朗普就任总统伊始即提出《美国优先能源计划》，基于美国拥有大量未开采的能源资源矿藏的国情，主张充分发挥这一优势，最大化利用国内资源，降低美国人的生活成本，解除对国外石油的依赖，为美国带来就业和繁荣。2017年3月，特朗普签署《推动能源独立和经济增长》行政令，部署放开对煤炭、石油、天然气的开采限制。2017年6月，特朗普宣布美国将退出《巴黎协定》，但该决定遭到其加利福尼亚州和一些城市的抵制。

为指导政府各部门按照总统政策方针编制研发预算，2017年8月，美国白宫发布《2019财年政府研发预算优先领域》备忘录[3]，将保持美国能源优势列为优先领域之一，并提出国内能源的发展应该基于化石能源和核能、可再生能源等清洁能源的组合，政府应投资早期创新技术以保证安全有效地利用美国能源资源，政府应与私营部门合作资助能源技术的后期研究、开发和商业化。2018年7月发布的《2020财年政府研发预算优先领域》备忘录重复了这一原则[4]。

在美国联邦政府中，能源部负责统筹协调管理能源科技创新工作、能源科技计划的实施以及多部门之间的战略合作。能源部下设若干办公室，其中科学办公室负责能源技术基础研究，能源效率和可再生能源办公室、核能办公室和化石能源办公室负责应用研究，资助项目覆盖从基础研究到技术转化整个创新链条。能源部通过“小企业创新研究”和“小企业技术转移”计划推动研发成果转移转化，并通过贷款项目办公室为大型项目提供贷款或贷款担保。能源部先进能源研究计划署独立于能源部其他部门，专门负责资助高风险、高回报、变革性的能源科技研究，具体有两种资助方式：设立领域主题研究计划和定期开展开放式申请。

在组织研发实施方面，能源部设立了多套协同创新机制，加速能源科技研发，总体思路是集聚大学、国家实验室、非盈利研究机构、企业甚至海外研究机构的优质研究力量，组建跨学科、跨机构的联合研究攻关团队。具体形式包括能源前沿研究中心、生物能源研究中心、能源创新中心、能源材料网络等。能源前沿研究中心侧重基础研究，规模相对较小，进入第一轮（2009—2014年）资助的能源前沿研究中心有46个，进入第二轮（2014—2018年）资助的有36个，进入第三轮（2018—2022年）资助的有42个，每个中心每年受资助经费为200—400万美元。生物能源研究中心和能源创新中心比较相似，都是借鉴了曼哈顿工程和贝尔实验室成功管理经验组成的大型研究中心，既有基础研究也有应用开发。进入第一轮资助的生物能源研究中心有3个，在资助即将到期之时顺利通过评审，因而进入第二轮和第三轮，第三轮新增了1个研究中心（表1）。进入第一轮资

表1　美国生物能源研究中心

中心名称	牵头机构	资助金额（百万美元）		
		第一轮（2007—2012年）	第二轮（2012—2017年）	第三轮（2017—2022年）
大湖生物能源研究中心	威斯康星大学麦迪逊分校、密歇根州立大学	135	125	10（第一年）
生物能源科学中心（第三轮更名为生物能源创新中心）	橡树岭国家实验室	135	125	10（第一年）
联合生物能源研究所	劳伦斯伯克利国家实验室	135	125	10（第一年）
先进生物能源和生物基产品创新中心	伊利诺伊大学厄巴纳-香槟分校	-	-	10（第一年）

助的能源创新中心有 5 个，除节能建筑中心转制外，其余 4 个均进入第二轮资助期（表 2）。目前正在筹建能源-海水淡化中心，计划投入 1 亿美元。能源材料网络是国家实验室围绕先进材料研发组成的研究联盟，用以加快研发进程，缩短先进材料进入市场的时间（表 3）。每个联盟关注一类先进材料，由若干家国家实验室组成。

以光伏发电为例，说明美国能源政策的实施过程和效果。作为奥巴马能源战略的一部分，能源部于 2011 年提出“Sunshot 重大挑战计划”，旨在于 2020 年实现大型光伏系统平价上网，即平准化电力成本降至 6 美分/千瓦时。在实施过程中，能源部通过“下一代光伏技术”“国家实验室多年合作”“光伏研究和开发”“技术到市场”等项目，围绕“基础研究—应用开发—技术转化”创新链条部署了一系列研究；并组建了多个能源前沿研究中心、光伏组件耐用材料联盟、旧金山湾区光伏联盟、量子能量和可持续太阳能技术工程研究中心等，推动协同创新。2017 年，美国提前 3 年实现 2020 年目标，新的目标是到 2030 年将大型光伏系统发电成本再降低一半[5]（表 4）。

表 2　美国能源创新中心

中心名称	牵头机构	资助金额（百万美元）	
		第一轮	第二轮
轻水反应堆先进模拟仿真联盟	橡树岭国家实验室	122（2010—2015年）	121.5（2015—2020年）
人工光合作用联合研究中心	加州理工学院、劳伦斯伯克利国家实验室	122（2010—2015年）	75（2015—2020年）
节能建筑中心	宾夕法尼亚州立大学	122（2010—2015年）	-
储能联合研究中心	阿贡国家实验室	120（2012—2017年）	120（2018—2023年）
关键材料研究所	艾姆斯实验室	120（2013—2018年）	进入第二轮

表3　美国能源材料网络

网络名称	参加国家实验室数量	研究方向
先进分解水材料联盟	6	先进分解水材料，包括光电化学分解水、太阳能热化学分解水和低/高温电解水
氢材料联盟	3	车载固态储氢材料
电催化联盟	4	不含铂族金属的燃料电池电催化剂
轻量化材料联盟	11	轻量化车用材料，以提高燃油效率
光伏组件耐用材料联盟	4	耐用的光伏组件材料，实现平准化电力成本3美分/千瓦时
热质交换制冷联盟	3	热质交换制冷材料等新型制冷技术
生物能源化学催化联盟	8	生物质催化转化

表4　美国Sunshot重大挑战计划

适用对象	平准化光伏发电成本（美元/千瓦时）			
	实际情况（2010年）	初始目标（2020年）	完成情况（2017年）	新的目标（2030年）
住宅	0.52	0.10	0.16	0.05
商用	0.40	0.08	0.11	0.04
公用	0.28	0.06	0.06	0.03

1.2 欧盟

欧盟28个成员国整体上需要能源进口，进口依存度超过50%，近年在53%左右徘徊。俄罗斯是欧盟最大的能源进口国，进口天然气、石油、煤炭的占比均超过30%。为实现低碳经济、降低能源成本、减少进口依赖，欧盟提出了面向2020年和2030年的具体减排、可再生能源和能效发展目标（表5）[6]。这些目标具有法律效力，各成员国需据此修改本国法律，制定相应政策。对于最新的2030年发展目标，各成员国须在2018年底前提交落实该目标的“国家能源和气候计划”草案，2019年底前提交最终方案[7]。

研究与创新是欧盟能源政策的重要组成部分。2015年9月，欧盟委员会公布新版“战略能源技术计划”（SET-Plan），明确将研究与创新置于低碳能源系统转型的中心地位[8]。与过去依靠技术路线图单纯从技术维度规划发展不同，新版SET-Plan将能源系统视为一个整体，聚焦能源转型面临的若干关键挑战与目标，以应用为导向打造能源科技创新全价值链，从而加速能源转型，实现欧盟在低碳能源技术研发与部署上的世界领先地位。围绕可再生能源、智能能源系统、能效、可持续交通4个核心优先领域，以及碳捕集与封存、核能2个特定领域，新版SET-Plan规划开展十大研究与创新优先行动：① 开发高性能可再生能源技术及系统集成；② 降低可再生能源关键技术成本；③ 开发智能房屋技术与服务；④ 提高能源系统灵活性、安全性和智能化；⑤ 开发和应用低能耗建筑新材料与技术；⑥ 降低工业能耗强度；⑦ 推动交通电气化；⑧ 促进替代燃料的应用；⑨ 加强碳捕集、利用与封存技术应用；⑩ 提高核能系统安全性和利用效率[9]。

为推动落实SET-Plan，欧盟组建了一系列平台，包括光伏技术与创新平台、风能技术创新平台、可再生能源供热与制冷技术平台、电池技术与创新平台、智能电网技术平台、能源专家网络安全平台等。平台汇集了本领域产学研专家，通过发布研究报告、技术路线图等前瞻领域发展前景，建议研究和创新优先事项。

框架资助计划是欧盟推动研究和创新的重要抓手。“地平线2020”计划（即“第八框架计划”，2014—2020年）将清洁能源列为2018—2020年重点投资领域之一，安排了20亿欧元，用于支持可再生能源、节能建筑、电动交通工具、储能等4个领域[10]。2018年6月，欧盟委员会发布“地平线欧洲”计划（“第九框架计划”，2021—2027年）提案，计划在“气候、能源与运输”领域安排150亿欧元，涉及能源供应、能源系统和电网、能源转型中的建筑和工业设施、清洁交通运输、储能等方向[11]。

在研究基础设施方面，根据“2018年欧洲研究基础设施路线图”，欧盟已运行、在建或规划建设的能源领域研究基础设施包括：二氧化碳捕集和封存实验设施、朱尔斯-霍洛维茨反应堆、太阳能研究基础设施、风能研究基础设施、高技术应用多功能混合动力研究反应堆，以及国际聚变材料辐照设施——演示中子源[12]。

表5　欧盟气候与能源发展框架

	2020年目标（2009年制定）	2030年目标		完成情况
		2014年版	2018年版	2016年
温室气体减排（相比1990年）	20.0%	40.0%	40.0%	22.4%
可再生能源占能源消费结构比例	20.0%	27.0%	32.0%	17.0%
能效提升	20.0%	27.0%	32.5%	-

在欧盟政策框架下，各成员国根据本国情况制定了一系列发展规划。2017 年 7 月，法国宣布将实施“气候计划”，以推进《巴黎协定》的落实。该计划提出建筑热能改造、清洁出行、能源生产去碳化、逐步停止开发地下油气资源、加快发展可再生能源等发展方向，并列出了一些具体目标，包括：2022 年前关停煤电厂或完成煤电厂改造，2030 年可再生能源占能源消费结构的 32%，2040 年停止开采地下油气资源等[13]。2017 年 9 月，法国总理宣布未来 5 年（2018—2022 年）投资计划，计划在生态转型领域投资 200 亿欧元，包括：建筑热能改造 90 亿欧元，发展可再生能源与促进环境创新 70 亿欧元，发展清洁汽车 40 亿欧元等[14]。

2018 年 9 月，德国政府通过“第七能源研究计划——能源转型创新”，2018—2022 年将投入 64 亿欧元，重点支持提升能源效率和开发可再生能源等研究主题。“第七能源研究计划”制定了未来几年德国能源领域研究资助与创新政策的 4 项基本原则：聚焦技术与创新转化；瞄准能源转型的跨部门和跨系统问题；加强项目资助与机构式资助相结合的双重资助战略；密切与欧洲和国际合作。“第七能源研究计划”由德国联邦经济与能源部、教研部、食品与农业部共同参与，并依据研究主题与技术成熟度等级分工：教研部负责资助技术成熟度为 1—3 级的应用导向基础研究，经济与能源部负责资助 3—9 级的应用研究，食品与农业部负责资助 3—7 级的生物能源研究[15]。

为应对脱欧，2017 年 11 月，英国政府发布《产业战略：建设适应未来的英国》白皮书，将清洁增长列为影响未来的四大挑战之一[16]。同年 10 月，英国发布《清洁增长战略》，规划投资超过 25 亿英镑（2015—2021 年）用于低碳创新（表 6）[17]。2018 年 12 月，英国发布《2030 年国家生物经济战略》，提出利用可再生的生物能源替代化石能源，消除英国对化石能源的依赖[18]。

1.3 日本

日本化石能源匮乏，严重依赖海外进口，福岛核事故进一步加剧了能源安全形势，能源自给率从 2010 年的 20% 降至 2016 年的 8% 左右，同时用电成本上升，给经济社会发展、国民生活造成压力。此外，日本还面临着很大的减排压力，根据《巴黎协定》，到 2030 年日本的温室气体排放要比 2013 年削减 26%，到 2050 年要削减 80%。在此背景下，2018 年 7 月，日本政府发布第五期《能源基本计划》，提出到 2030 年能源自给率达到 24% 等发展目标（表 7），并制定了“3E+S”基本方针，即以能源安全性（Safety）为前提，把保障能源稳定供给（Energy security）放在首位，在提高经济效益（Economic efficiency）、降低成本的同时，实现与环境协调发展（Environment suitability）[19]。《能源基

表 6　英国清洁增长技术投资规划（2015—2021年）

领域	投资金额（百万英镑）
提高企业和行业效率	162
提高住宅能源效率	184
加快向低碳运输转变	841
电力和智能系统	265
可再生能源	177
核能	460
提高自然资源的收益和价值	99
跨领域清洁技术创新	387
合计	2 576

表 7　日本 2030 年能源发展目标

	2013年	2030年
能耗（亿千升原油当量）	3.6	3.1
零排放电力（可再生能源+核能）比例	12%	44%
能源行业二氧化碳排放量（亿吨）	12.4	9.3
电力成本（万亿日元）	9.7	9.2—9.5
能源自给率	6%	24%

本计划》还提出构建节能型社会、加快可再生能源发展、安全前提下重启核电、化石燃料高效清洁利用、构建氢能社会、普及新兴能源技术等，以推进日本能源转型。

日本对氢能格外重视，于2017年12月发布《氢能基本战略》，规划在国际上率先实现氢能社会[20]。《氢能基本战略》提出建设稳定、低成本的商业化氢供应链，研发氢供应链国际化关键技术，推动氢燃料电池汽车和氢气站应用，普及和扩大氢燃料电池公共汽车、船舶，探索氢能用于工业生产，研发氢能利用关键技术等具体政策，并制定了建成商业化的氢供应链、成本控制在30日元/标准立方米、氢燃料电池汽车达到80万辆等2030年发展目标。

福岛核事故后，日本核电站一度全部停运，2016年末重启了部分核电站。2017年7月，日本政府通过《核能利用的基本原则》，提出在明确责任体制、落实风险管控的基础上，合理适当地利用核能，为环境、国民生活、经济发展作出贡献，以及8项基本原则：不断提高核能利用的安全性；发展核能以应对气候问题、发展经济；紧跟国际形势，适时调整政策；确保和平利用核能并开展国际合作；提高国民科学素养，高效安全地利用核能；积极妥善处理废弃反应堆和核废料；积极研发和应用放射线和放射性同位素技术；夯实核能研发的基础力量[21]。

在落实内阁政策方面，新能源产业技术综合开发机构（NEDO）发挥了重要作用。NEDO是日本最大的公立研发管理机构，是以解决能源、环境问题和发展产业技术为目标的国立研究开发法人，在经济产业省与大学、产业界、研究机构之间起到桥梁作用。以光伏发电为例，为落实2014年4月制定的第四期《能源基本计划》，NEDO于当年9月发布了最新版《光伏发电开发战略》，重申了2020年和2030年光伏发电成本指标，上调了光电转换效率目标[22]（表8）。NEDO设立了“高性能/高可靠性光伏发电成本降低技术”“光伏发电系统效率提高和维护管理技术开发”“光伏发电系统回收技术开发”等研发项目，覆盖了光伏技术全寿命周期；组织大学、企业、科研机构等联合开展研发，积极推动企业应用、示范、推广技术。

2 主要发达国家和地区能源政策的共同特征

虽然美国、欧盟、日本等国家和地区能源政策各有侧重，但仍呈现出一些共同特征。

（1）资源禀赋是各国制定能源政策的基础，国际社会约束是重要影响因素。美国丰富的化石资源为其实现能源独立提供了多种选择。法国缺乏化石能源，因而积极发展核能，其后受福岛核事故影响加强发展可再生能源。日本资源匮乏并面临巨大减排压力，使其不得不重启核电和大力发展可再生能源、氢能。

（2）能源多元化和清洁高效利用是各国能源政策的共同目标。美国积极打造化石能源、核能和可再生能源的能源组合，并发展清洁能源技术。欧盟制定了具有法律效力的减排、可再生能源和能效发展目标。日本率先提出国家层面的氢能发展战略，并将清洁高

表8 日本光伏发电目标

		2010年	2020年	2030年	2050年
发电成本（日元/千瓦时）		23	14	7	<7
实用模块效率水平（研究单元效率水平）	2004年版	16%（20%）	19%（25%）	22%（25%）	-
	2009年版	-	20%（25%）	25%（30%）	40%*
	2014年版	-	22%	>25%	-

* 2050年光电转换效率目标40%未指定实现方式，其余均为晶硅太阳能电池

效纳入能源政策基本方针中。

（3）科技创新是实现能源政策目标的重要抓手，协同创新是科技创新重要组织形式。美国把研究和创新放在能源政策的重要位置，形成了多套行之有效的协同创新机制，有力推动了技术向市场转化。欧盟把研究与创新置于低碳能源系统转型的中心地位，通过组建技术平台和资助研发项目等多种形式促进产学研合作。日本把科技研发作为能源政策的重要内容，通过新能源产业技术综合开发机构在政府与大学、产业界、研究机构之间架起合作桥梁。

3 建议

2012 年 10 月，国务院新闻办公室发布《中国的能源政策（2012）》白皮书，提出我国将依靠能源科技创新和体制创新，全面提升能源效率，大力发展新能源和可再生能源，推动化石能源的清洁高效开发利用，努力构建安全、稳定、经济、清洁的现代能源产业体系[23]。我国的能源政策也反映了上述政策特征。鉴于科技创新和体制创新对构建能源新体系的重要作用，本文提出 3 点发展建议。

（1）发展目标方面。为实现新中国成立 100 年时建成社会主义现代化强国和世界科技强国，在我国 2030 年能源技术发展目标基础上，制定面向 2050 年的能源科技发展目标和创新路线图，并组织实施。

（2）科研布局方面。密切结合我国经济社会发展现状。一方面，我国石油、天然气依赖进口的现状迫切需要发展新能源和提高能源效率。另一方面，受去产能政策和雾霾频发导致的“去煤化”呼声影响，清洁高效利用是煤炭继续支撑经济增长且不增加环境负担的唯一可行道路。

（3）组织机制方面。组建集聚产学研优势研究力量的清洁能源国家实验室。充分借鉴和吸收发达国家科研组织机制和模式创新经验，以优势研究机构为依托，集聚高校、科研院所、企业等优势研究力量，形成“核心加网络”的协同创新组织模式，开展重大关键技术研究、开发和应用。

致谢　中国科学院武汉文献情报中心陈伟、郭楷模，中国科学院兰州文献情报中心曾静静，中国科学院科技战略咨询研究院张秋菊、王建芳、王海霞等对本文作出贡献，特此致谢。

参考文献

1 中国经济网. 周大地：努力实现开放条件下能源安全. [2018-05-17]. http://www.ce.cn/xwzx/gnsz/gdxw/201805/17/t20180517_29161284.shtml.

2 Executive Office of the President. The All-Of-The-Above Energy Strategy as a path to sustainable economic growth. Washington D C: The White House, 2014.

3 Executive office of the president. Memorandum for the heads of executive departments and agencies. Washington D C: The White House, 2017.

4 Executive office of the president. Memorandum for the heads of executive departments and agencies. Washington D C: The White House, 2018.

5 U.S. Department of Energy. The SunShot Initiative. [2017-09-12]. https://www.energy.gov/eere/solar/sunshot-initiative.

6 European Commission. EU energy in figures 2018. Luxembourg: EU, 2018.

7 Council of the European Union. Energy efficiency, renewables, governance of the Energy Union: Council signs off on 3 major clean energy files. [2018-12-04]. https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2018/12/04/energy-efficiency-renewables-governance-of-the-energy-union-council-signs-off-on-3-major-clean-energy-files/.

8 European Commission. Towards an integrated strategic energy technology (set) plan: Accelerating the european energy system

transformation. Brussels: EU, 2015.

9 陈伟, 张军, 赵黛青, 等. 能源科技领域发展观察// 中国科学院. 2016科学发展报告. 北京: 科学出版社, 2016: 303-315.

10 European Commission. Horizon 2020 Work Programme from 2018 to 2020. [2017-10-27]. http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-17-4123_en.htm.

11 European Commission. Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL establishing Horizon Europe – the Framework Programme for Research and Innovation, laying down its rules for participation and dissemination. Brussels: EU, 2018.

12 European Strategy Forum on Research Infrastructures. Strategy report on research infrastructures roadmap 2018. Italy: ESFRI, 2018.

13 Ministère de la Transition écologique et solidaire.Plan climat nous: devonsaccélérer pour réussir la transition énergétique. [2017-07-06]. https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/plan-climat-nous-devons-accelerer-reussir-transition-energetique.

14 Premier Ministre. Le grand plan d’investissement 2018-2022. Paris: Gouvernement Français, 2017.

15 Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Innovationen für die Energeiwende: Bundesregierung beschließt 7. Energieforschungsprogramm. [2018-09-19]. https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2018/20180919-bundesregierung-beschliesst-7-energieforschungsprogramm.html.

16 Department for Business, Energy & Industrial Strategy. Industrial Strategy: building a Britain fit for the future. [2017-11-27]. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/664563/industrial-strategy-white-paper-web-ready-version.pdf.

17 Department for Business, Energy & Industrial Strategy. The Clean Growth Strategy. [2017-10-12]. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/700496/clean-growth-strategy-correction-april-2018.pdf.

18 H M Government. Growing the Bioeconomy Improving Lives and Strengthening Our Economy: A National Bioeconomy Strategy to 2030. London: HMG, 2018.

19 経済産業省. エネルギー基本計画. 東京: 経済産業省, 2018.

20 内閣官房. 水素基本戦略. [2017-12-26]. https://www.meti.go.jp/press/2017/12/20171226002/20171226002-1.pdf.

21 原子力委員会. 原子力利用に関する基本的考え方. 東京: 原子力委員会, 2017.

22 新エネルギー・産業技術総合開発機構. 太陽光発電開発戦略. 東京: NEDO, 2014.

23 中国政府网. 中国的能源政策（2012）. [2012-10-24]. http://www.gov.cn/zwgk/2012-10/24/content_2250617.htm.

Study and Enlightenment of Energy Policies of Major Developed Countries

BIAN Wenyue CHEN Ting CHEN Xiaoyi GE Chunlei HUI Zhongyang YANG Hui*

(Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China)

Abstract This work studies various official documents issued by the United States, the European Union, the United Kingdom, France, Germany, Japan in the field of energy within the last decade, and analyzes strategic plans, funds, scientific and technological projects deployment, organizational mechanisms by the content analysis method. It is found that there are some common features in energy policies of the above countries and regions: natural resources conditions are the basis for developing energy policies, diversification and clean and efficient usage are common targets, scientific and technological innovation is important for achieving the targets. Finally, some suggestions are put forward on energy transition in China.

Keywords energy policy, fossil energy, renewable energy, nuclear energy, hydrogen energy



边文越 中国科学院科技战略咨询研究院助理研究员。研究方向：科技政策，情报分析方法。E-mail: bianwenyue@casipm.ac.cn

BIAN Wenyue Assistant Professor of Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, he received Ph.D. degree from Nankai University. His main research field includes science policy and information analysis. E-mail: bianwenyue@casipm.ac.cn



杨 辉 中国科学院科技战略咨询研究院科技处处长。研究方向为超快激光技术，以第一作者在 *Physical Review*，*Optics Letters* 和 *Applied Physics Letters* 发表论文 10 余篇。现主要从事科技战略、科技规划、军民融合战略以及科研管理相关工作。E-mail: yanghui@casisd.cn

YANG Hui Ph.D., director for Department of S&T Management, Institutes of Science and Development, CAS. His main research areas are generation of ultrashort laser pulse and interaction of ultrashort laser pulse with materials. As the first author, he has published more than 10 papers on *Physical Review*, *Optics Letters*, *Applied Physics Letters*, etc. Now he engages in the study of the S&T strategy, the S&T planning, and the integration of military and civilian development, and management of scientific projects as well. E-mail: yanghui@casisd.cn

■责任编辑：张帆

*Corresponding author

参考文献（双语版）

1 中国经济网. 周大地：努力实现开放条件下能源安全. [2018-05-17]. http://www.ce.cn/xwzx/gnsz/gdxw/201805/17/t20180517_29161284.shtml.

China Economy Website. Zhou D D: Strive to achieve energy security under open conditions. [2018-05-17]. http://www.ce.cn/xwzx/gnsz/gdxw/201805/17/t20180517_29161284.shtml. (in Chinese)

2 Executive Office of the President. The all-of-the-above energy strategy as a path to sustainable economic growth. Washington D.C.: The White House, 2014.

3 Executive office of the president. Memorandum for the heads of executive departments and agencies. Washington D.C.: The White House, 2017.

4 Executive office of the president. Memorandum for the heads of executive departments and agencies. Washington D.C.: The White House, 2018.

5 U.S. Department of Energy. The SunShot Initiative. [2017-09-12]. https://www.energy.gov/eere/solar/sunshot-initiative.

6 European Commission. EU energy in figures 2018. Luxembourg: EU, 2018.

7 Council of the European Union. Energy efficiency, renewables, governance of the Energy Union: Council signs off on 3 major clean energy files. [2018-12-04]. https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2018/12/04/energy-efficiency-renewables-governance-of-the-energy-union-council-signs-off-on-3-major-clean-energy-files/.

8 European U C. Towards an integrated strategic energy technology (SET) plan: Accelerating the European energy system transformation EN. Igarss 2014, 2015(1): 1-5.

9 陈伟, 张军, 赵黛青, 等. 能源科技领域发展观察// 中国科学院. 2016科学发展报告. 北京: 科学出版社, 2016: 303-315.

Chen W, Zhang J, Zhao D Q, et al. Observation on the development of energy science and technology// Chinese Academy of Sciences. Science Development Report 2016. Beijing: Science Press, 2016: 303-315. (in Chinese)

10 European Commission. Horizon 2020 Work Programme from 2018 to 2020. [2017-10-27]. http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-17-4123_en.htm.

11 European Commission. Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL establishing Horizon Europe—The Framework Programme for Research and Innovation, laying down its rules for participation and dissemination. Brussels: EU, 2018.

12 European Strategy Forum on Research Infrastructures. Strategy report on research infrastructures roadmap 2018. Italy: ESFRI, 2018.

13 Ministère de la Transition écologique et solidaire. Plan climat nous: Devonsaccélérer pour réussir la transition énergétique. [2017-07-06]. https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/plan-climat-nous-devons-accelerer-reussir-transition-energetique.

Ministry of ecology and solidarity transition. Climate plan: We must accelerate energy transformation. [2017-07-06]. https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/plan-climat-nous-devons-accelerer-reussir-transition-energetique. (in French)

14 Premier Ministre. Le grand plan d'investissement 2018—2022. Paris: Gouvernement Français, 2017.

15 Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Innovationen für die Energeiwende: Bundesregierung beschließt 7. Energieforschungsprogramm. [2018-09-19]. https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2018/20180919-bundesregierung-beschliesst-7-energieforschungsprogramm.html.

Federal Ministry for Economic Affairs and Energy. Innovations for the energy transition: Federal Government adopts 7. Energy research programme. [2018-09-19]. https://www.

bmwi.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2018/20180919-bundesregierung-beschliesst-7-energieforschungsprogramm.html. (in German)

16 Department for Business, Energy & Industrial Strategy. Industrial Strategy: building a Britain fit for the future. [2017-11-27]. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/664563/industrial-strategy-white-paper-web-ready-version.pdf.

17 Department for Business, Energy & Industrial Strategy. The Clean Growth Strategy. [2017-10-12]. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/700496/clean-growth-strategy-correction-april-2018.pdf.

18 H M Government. Growing the Bioeconomy Improving Lives and Strengthening Our Economy: A National Bioeconomy Strategy to 2030. London: HMG, 2018.

19 経済産業省. エネルギー基本計画. 東京: 経済産業省, 2018.

METI. Energy basic plan. Tokyo: Ministry of economy, trade and industry, 2018. (in Japanese)

20 内閣官房. 水素基本戦略. [2017-12-26]. https://www.meti.go.jp/press/2017/12/20171226002/20171226002-1.pdf.

Cabinet Office. The water element is basically simple. [2017-12-26]. https://www.meti.go.jp/press/2017/12/20171226002/20171226002-1.pdf. (in Japanese)

21 原子力委員会. 原子力利用に関する基本的考え方. 東京: 原子力委員会, 2017.

Atomic force Committee. A basic formula for the use of atomic force. Tokyo: atomic force Commission, 2017. (in Japanese)

22 新エネルギー·産業技術総合開発機構. 太陽光発電開発戦略. 東京: NEDO, 2014.

Energy and industrial technology development organization. Photovoltaic power generation strategy. Tokyo: NEDO, 2014. (in Japanese)

23 中国政府网. 中国的能源政策（2012）. [2012-10-24]. http://www.gov.cn/zwgk/2012-10/24/content_2250617.htm.

Chinese Government Website. China's energy policy 2012. [2012-10-24]. http://www.gov.cn/zwgk/2012-10/24/content_2250617.htm. (in Chinese)